

**VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**Hornicko –geologická fakulta**

**Institut hornického inženýrství a bezpečnosti**

**Recyklace autovraků**

Carwrecks Recycling

Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr.Ing. František Tichánek

Datum zadání: 31.10. 2009

Datum odevzdání: 30.04. 2010

Most 2010

Iveta Heřmánková

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Iveta Heřmánková**

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

2102R013 Úprava surovin a recyklace

Téma:

Recyklace autovraků  
Carwrecks Recycling

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Stručná charakteristika autovraků.
3. Materiálové složení autovraků.
4. Možnosti recyklace .
5. Závěr

Rozsah grafických prací: 5 - 10 příloh

Rozsah průvodní zprávy : 25 - 30 stran textu

Seznam doporučené odborné literatury:

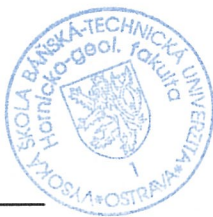
Dle pokynů vedoucího bakalářské práce

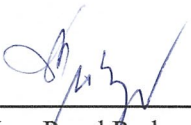
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

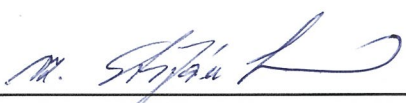
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr.Ing. František Tichánek**

Datum zadání: 31.10.2009

Datum odevzdání: 30.04.2010



  
prof. Ing. Pavel Prokop, CSc.  
vedoucí institutu

  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., Dr.h.c.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

**Místopřezně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.**

**V Mostě 28.4. 2010**

.....

**Iveta Heřmánková**

**Havlíčková 512  
431 01 Spořice**

## **Abstrakt**

**V předložené bakalářské práci je zpracována tematika recyklace automobilu. Úvodem si pokládáme otázky ohledně autovraků. V další části je zmapována současná legislativa, která má významný vliv na způsob nakládání s autovraky a charakterizuje autovraky jako odpad. Ve třetí části je uvedený stručný přehled materiálů. Čtvrtá část je zaměřena na současné recyklační technologie. Pátá část je recyklace autovraku v praxi. Poslední část pojednává o možnostech recyklace jednotlivých částí autovraků, jako jsou odpadní oleje, akumulátory, katalyzátory. Závěrem je shrnuta současná situace a náhled do budoucna.**

**Klíčová slova: autovrak, legislativa, technologie recyklace, odpadní oleje, akumulátory, katalyzátory**

## **Abstract**

In submitted baccalaureate work is processed carwrecks recycling theme. First part is about questions of carwrecks. Next part maps the current legislation, which has a relevant interest on the carwreck handling and define the carwrecks as a waste. In third part is being introduced shortly the material overview. Forth part is focused on current recycle technologies. Fifth part is recycle process in practice. Last one deal with the recycle possibilities of single carwrecks parts as a waste oils, storage batteries, catalyzers. At the end is summed up current situation and insight into the future.

Key Words: Carwreck, legislation, recycle technology, waste oils, storage batteries, catalyzers

## Obsah

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
<b>2. LEGISLATIVA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Přehled právních předpisů v ČR.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 Zákon o odpadech 185/2001 Sb.....	8
2.1.2 Vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky.....	9
<b>2.2. Přehled právních předpisů v EU.....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2000/53/ES k autovrakům.....	10
2.2.2 Nařízení k autovrakům (AltautoV)přijaté SRN.....	11
<b>3. MATERIÁLOVÉ SLOŽENÍ.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Železné kovy – ocel a litina.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Hliník a jeho slitiny.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Měď, Olovo, Zinek.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Drahé kovy.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Hořčík.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Plasty a pryže.....</b>	<b>13</b>
<b>3.7 Sklo.....</b>	<b>13</b>
<b>3.8 Elektromateriál.....</b>	<b>13</b>
<b>3.9 Provozní kapaliny.....</b>	<b>13</b>
<b>3.10 Textilie a ostatní materiály.....</b>	<b>14</b>
<b>4. TECHNOLOGIE RECYKLACE AUTOVRAKU.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Šředrování (drcení).....</b>	<b>15</b>
4.1.1 Subsystem 1 – Příjem autovraků.....	15
4.1.2 Subsystem 2 - Skladování autovraků.....	15
4.1.3 Subsystem 3.....	16
4.1.4 Subsystem 4 – Magnetická separace.....	17
4.1.5 Subsystem 5 - Ruční přebírání ocelové frakce ze subsystému 4.....	18
4.1.6 Subsystem 6 – Zpracování nemagnetické frakce ze subsystému 4.....	18
<b>4.2 Demontáž (stacionární).....</b>	<b>19</b>
4.2.1 Vybavení demontážního střediska.....	20
4.2.2 Postup demontáže.....	20
<b>4.3 Demontážní linky.....</b>	<b>21</b>

<b>5. EKOLOGICKÁ LIKVIDACE AUTOVRAKU V PRAXI.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Proces linky Shredder ve společnosti Kovošrot Group CZ.....</b>	<b>23</b>
5.1.1 Příjem autovraků.....	23
5.1.2 Skladování autovraků.....	23
5.1.3 Předběžná demontáž.....	24
5.1.4 Drcení autovraků.....	25
5.1.5 Magnetická separace.....	26
5.1.6 Ruční přebírání.....	26
5.1.7 Nemagnetická frakce.....	26
<b>6. RECYKLACE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Recyklace akumulátorů.....</b>	<b>28</b>
6.1.1 Charakteristika odpad.....	28
6.1.2 Recyklační technologie.....	28
6.1.3 Zpracování olověných odpadů v ČR.....	29
<b>6.2 Zpracování odpadních olejů.....</b>	<b>30</b>
6.2.1 Vznik odpadních olejů.....	30
6.2.2 Zpracování použitých olejů.....	31
<b>6.3 Recyklace autokatalyzátorů.....</b>	<b>32</b>
6.3.1 Charakteristika odpadu.....	32
6.3.2 Metody recyklace.....	33
<b>6.4 Recyklace pneumatik.....</b>	<b>35</b>
6.4.1 Stručná charakteristika odpadu.....	35
6.4.2 Možnosti Zpracování.....	35
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>37</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>38</b>
<b>9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>39</b>
<b>10. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....</b>	<b>40</b>

## 1. ÚVOD

Jistě si každý z nás již všiml, jak rychle přibývají auta na našich silnicích. Jak za posledních pár let vzrostl průměr počtu automobilů na jednu rodinu z dřívějšího průměru počtu rodin na jeden automobil. Na našich silnicích se prohánějí nejnovější modely nejen naší „české“ automobilky Škoda Auto, ale také nepřeberné množství aut zahraniční produkce. Přesto jsou stále k vidění i auta z osmdesátých let minulého století a starší.

A tak asi každému z nás vyvstane otázka, kde všechna ta stará a pro provoz nevhodná auta skončí. Jakým způsobem se zlikvidují, jaké to zanechá následky na životním prostředí. Čas od času můžeme vidět nějaký ten vrak postávat u někoho na pozemku, v horším případě i u cesty nebo odstavené na parkovišti. Takovéto vraky se pak stávají velkým znečišťovatelem prostředí, ale také možným nebezpečím pro děti, které vyhledávají „zajímavá“ místa pro své hry. Proto se v této práci zaměříme na možnosti recyklace autovraků a využití materiálů.

V dnešní době se výrobci automobilů zaměřují na likvidaci autovraků již při vývoji automobilů. Například Škoda Auto věnuje pozornost recyklaci ve všech fázích životního cyklu produktu. Hlavním cílem recyklace automobilů je minimalizace vlivu na životní prostředí po ukončení jejich životního cyklu. V rámci EU jsou požadavky na recyklaci autovraků definovány směrnicí 2000/53/EU „Autovraky“ a národními předpisy. Škoda Auto implementuje tyto požadavky do všech procesů od plánování a vývoje produktu až po jeho ekologickou likvidaci. Svou pozornost pak věnuje právě volbě recyklovatelných materiálů, vyvarování se použití zakázaných prvků, značení dílů, zadání materiálového složení do systému IMDS (International Material Data System) a demontovatelnosti a recyklovatelnosti dílů.

## 2. Legislativa

### 2.1 Přehled právních předpisů v ČR

#### 2.1.1 Zákon o odpadech 185/2001 Sb.

Tento zákon nabyl účinnosti dne 1.1. 2002 a zrušil tím platnost zákona č. 125/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, (zákony č. 167/1997 Sb., 352/1999 Sb. a 37/2000 Sb.) včetně prováděcích předpisů k němu vydaných a stanovuje v souladu s právem ES pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství, a působnost orgánů veřejné správy.

Oblast týkající se problematiky autovraků je popsána v díle 7 Autovraky. Jedná se především o § 36, který vysvětluje pojem autovrak a § 37 určující povinnosti při nakládání s autovraky.

##### 2.1.1.1 § 36

Viz. [6] Cituji: „Pro účely tohoto zákona se rozumí autovrakem každé úplné nebo neúplné motorové nebo nemotorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro účel přepravy osob, zvířat nebo věcí a stalo se odpadem podle § 3.“

##### 2.1.1.2 § 37 *Povinnosti při nakládání s autovraky*

Viz. [6] Cituji: „(1) Každý, kdo se zbavuje autovraku, je povinen autovrak předat pouze osobám, které jsou provozovateli zařízení k využívání, odstraňování sběru nebo výkupu autovraků.“

Viz. [6] Cituji: „(2) Autovraky mohou být před využitím nebo odstraněním použity k nácviku záchranných prací.“

Viz. [6] Cituji: „(3) Před odstraněním autovraků z nich musí být vyjmuty součásti obsahující olovo, rtuť, kadmium a šestimocný chróm a součásti obsahující provozní náplně; tyto součásti musí být odstraněny samostatně nebo využity v souladu se zákonem a prováděcími právními předpisy k němu. Výsledná hmota z drcení



autovraky nesmí vykazovat žádné nebezpečné vlastnosti. Za splnění těchto povinností odpovídá provozovatel zařízení k odstraňování autovraků.“

Viz. [6] Cituji: „(4) Ministerstvo stanoví vyhláškou technické podrobnosti pro nakládání s autovraky.“ [6]

### ***2.1.1.3 Novela zákona č. 185/2001***

Novela zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, která byla vydána 23.4.2004 pod č. 188/2004 Sb., implementovala povinnosti dané směrnicí Evropského Parlamentu a Rady č. 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností z 18.9.2000.

### **2.1.2 Vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky ve znění pozdějších předpisů**

Tato vyhláška zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a v souladu s nimi upravuje obsah provozního řádu zařízení ke sběru autovraků a zařízení ke zpracování autovraků, technické požadavky na nakládání s autovraky, podmínky pro skladování autovraků, náležitosti potvrzení o převzetí autovraku do zařízení ke sběru autovraků, způsob vedení průběžné evidence odpadů vzniklých v zařízení ke sběru a zpracování autovraků, informační systém sledování toků vybraných autovraků, rozsah a způsob vedení průběžné evidence převzatých autovraků, způsob ohlašování počtu a stavu převzatých autovraků a způsobu jejich zpracování, způsob ohlašování produkce odpadů vzniklých zpracováním autovraků a způsob nakládání s těmito odpady, způsob ohlašování produkce jiných odpadů vzniklých v zařízení ke sběru autovraků a v zařízení ke zpracování autovraků.

Novela vyhlášky č. 352/2008 Sb. byla vydána 25. února 2010 jako vyhláška č. 54/2010 Sb., kterou se mění vyhláška 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky)

## **2.2. Přehled právních předpisů v EU**

### **2.2.1 Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2000/53/ES k autovrakům**

Směrnice k autovrakům navazuje na směrnice a nařízení Rady o odpadech. Odvolává se na hierarchii nakládání s odpady, na princip „znečišťovatel platí“, na princip odpovědnosti výrobce a konkretizuje je pro autovraky. Dokument dává prostor pro uplatnění národních zvyklostí při zapracování směrnice do legislativy jednotlivých členských zemí.

Důvodem pro vypracování směrnice byla potřeba harmonizovat opatření, přijatá jednotlivými státy EU pro snížení zatížení životního prostředí autovraky a pro zajištění funkce vnitřního trhu a konkurenceschopnosti. Směrnice se vztahuje na vozidla a stará vozidla včetně jejich součástí, náhradních dílů a dalších materiálů. Příloha I pak obsahuje seznam minimálních technických požadavků na místa pro ukládání autovraků a nakládání s autovraky, na odstraňování nebezpečných látek a postupy pro usnadnění jejich materiálového využití. Příloha II obsahuje seznam látek a součástek, na které se vztahuje výjimka ze zákazu používání olova, rtuti a šestimocného chrómu. Významné je, že byly definovány základní pojmy, a to nejen pojem autovraku, ale také konkrétní věcný obsah pojmů „opakované použití“, „zhodnocení – využití“, „recyklace – materiálové využití“, „informace o demontáži“ aj. pro tuto směrnici. V Příloze III je uveden referenční seznam hlavních znečišťujících látek, které je třeba sledovat. Příloha IV shrnuje hlediska, která je třeba brát v úvahu při určování nejlepší dostupné techniky, s ohledem na očekávané náklady a přínosy určitého opatření a na principy obezřetnosti a prevence.

Směrnice zdůrazňuje, že v první řadě je nutno odpadům předcházet a je přímo stanoveno, že všichni subdodavatelé výrobce se mají podílet na dodržování prevenčního přístupu. Což znamená, že již ve fázi vývoje nového vozidla je nutno brát v úvahu demontáž, opakované použití a recyklaci autovraku.

Rovněž je nutné snižovat a kontrolovat spotřebu nebezpečných látek ve vozidlech, aby se usnadnila recyklace a zabránilo se únikům do životního prostředí a zneškodňování těchto látek skládkováním. Jedná se především o olovo, rtuť, kadmium a šestimocný chróm.

Členským státům směrnice ukládá přijetí opatření pro vytvoření sběrných systémů, sběrných míst a míst, která budou mít povolení ke zhodnocení autovraků.

Dále směrnice požaduje, aby odpady z autovraků byly maximálně využívány, přičemž opakované použití a jiné materiálové využití (recyklace) mají přednost. Jsou stanoveny hmotnostní kvóty pro opakované použití a zhodnocení nebo opakovaného použití a recyklaci

u všech autovraků, a to do r. 2015: pro opakované použití a zhodnocení nejméně 95% průměrné hmotnosti automobilu v daném roce a pro opakované použití a recyklaci nejméně 85% , vyjimka (tj. nižší kvóty) je stanovena pro automobily vyrobené před r. 1980, a to na 75%, resp. 70%.

Na směrnice 75/442/EHS se odvolávají i ustanovení k demontážním a úpravářským zařízením, tj. k technickým požadavkům na zařízení, postupům pro demontáž, třídění, kontrole atd. Státy zajistí, aby zařízení, která budou autovraky nebo jejich části zbavovat nebezpečných látek, demontovat, drtit, zhodnocovat nebo upravovat před zneškodněním, zavedla systém environmentálního managementu (EMS).

K této směrnici jsou téměř každý rok vydávány nová rozhodnutí, kterými se mění (upravuje) stávající normy či se upravuje text. Jednou z posledních změn bylo „Rozhodnutí Komise 2010/115/EU, kterým se mění příloha II směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností, ze dne 23. února 2010.“

### **2.2.2 Nařízení k autovrakům (AltautoV)přijaté SRN**

Za zmínku stojí též Nařízení k autovrakům (AltautoV) přijaté SRN. Toto nařízení vstoupilo v SRN v platnost zároveň s účinností nového zákona o oběhovém hospodářství a odpadech v říjnu r. 1997. Schválený návrh nařízení byl publikován v r. 1997 a vstoupil v účinnost 1. dubna 1998. Vztahuje se na autovraky, které jsou odpadem ve smyslu definice odpadu podle nového zákona.

Nařízení podrobně rozvádí požadavky na sběrná místa, demontážní podniky a jejich jednotlivé provozy včetně šrotrů a zabývá se i dovozenými odchylkami. Nezabývá se vývozem autovraků, na které se jako na odpad vztahují jiná opatření. Nejen proto se Altauto V stalo předmětem kritiky a nařízení se nesetkalo s pochopením ani v rámci EU.

### **3. Materiálové složení autovraků**

Uvádí se, že automobil obsahuje v průměru asi 50 různých materiálů a 10 000 součástek. Proto je nutné vytvořit osnovy materiálového složení autovraků, aby se mohl zpracovatel lépe zorientovat, jaké množství jednotlivých složek může z autovraku získat.

#### **3.1 Železné kovy – ocel a litina**

Hlavní konstrukční prvky automobilu jsou vyrobeny z ocelí a litin. Jedná se o běžné konstrukční oceli, vysocepevné nízkolegované oceli, vanadové oceli, oceli vysocelegované i ocelové součástky vyrobené postupy praškové metalurgie. Podíl oceli na hmotnosti automobilu v posledních letech klesal a v současné době se pohybuje kolem 65% a v blízké budoucnosti by se mohl snížit až na 58%.

#### **3.2 Hliník a jeho slitiny**

Ocel jako konstrukční materiál bývá nahrazován hliníkem a jeho slitinami, které mají nižší hmotnost a dobrou tvarovatelnost. Využívány jsou i slévárenské slitiny hliníku a to na blok motoru a hlavy válců. Levnější hliník nahrazuje také měď u chladičů. Celkově by se měl podíl hliníku v autmobilu stále zvyšovat.

#### **3.3 Měď, Olovo, Zinek**

Automobil obsahuje ale také další řadu kovů a slitin. Již výše zmiňovaná měď se nachází především v elektroinstalaci a elektromotorech. Dále je základem slitin mosazí pro chladiče a topný systém nebo beryliových bronzů používaných jako pružiny, konektory a spínače.

Olovo je obsaženo v olověných akumulátorech, jehož elektrody tvoří desky na bázi olova.

Převážná část zinku je obsažena v součástkách vyrobených přesným litím, ale slouží také jako ochrana ocelových plechů před korozí.

#### **3.4 Drahé kovy**

S elektronikou se do automobilu vedle mědi, hliníku, zinku, niklu, kobaltu a molybdenu dostávají také polovodiče a drahé kovy, jako jsou zlato, stříbro, platina, paladium.

Taktéž katalyzátory s keramickým nosičem nebo nosičem z korozivzdorné oceli obsahují drahé kovy – platinu a rhodium.

### **3.5 Hořčík**

Vzhledem k výhodnému poměru pevnosti a hustoty hořčíku a možnosti vyrábět tlakovým litím tenkostěnné konstrukční prvky se předpokládá vzrůst jeho podílu na necelých 7 kg. Určité omezení užití vyplývá z důvodů ochrany před korozí a rovněž z požadavků na jejich recyklaci. K novým materiálům, které by mohli najít uplatnění, patří slitiny s tvarovou pamětí, vhodné pro automatické převodovky a pérování. Přestože má titan vynikající mechanické vlastnosti, tak pro běžné automobily je vzhledem ke stálému tlaku na snižování cen, příliš drahý.

### **3.6 Plasty a pryže**

Plasty byly po roce 1970 považovány za materiál, který výrazně omezí podíl kovů a bude činit až 40 % hmotnosti automobilu. Nicméně požadavky na bezpečnost a problematická recyklace tento trend zbrzdili a v současné době se jejich podíl pohybuje mezi 10 – 20% hmotnosti automobilu. Jedná se především o termoplasty – polykarbonáty, modifikované polyfenolenoxidy, polyethylensulfidy, termoplastické elastomery, polyestery aj., z nichž je vyrobena celá řada dílů v interiéru automobilu. Součástí karosérie je pak přibližně čtvrtina plastů z celkového množství.

Hlavní podíl pryže připadá na pneumatiky. Z technické pryže jsou pak vyrobeny hadice, těsnění, podlahy, klínové řemeny a další.

### **3.7 Sklo**

Jedná se převážně o autoskla - speciální tvrzená nebo lepená čelní skla a tvrzená skla dveřních oken. Dále pak skla reflektorů a žárovek.

### **3.8 Elektromateriál**

Elektropřístroje, osvětlení

### **3.9 Provozní kapaliny**

Upotřebené oleje a paliva, jedná se o oleje motorové, převodové, mazací, ale také z tumičů a okruhu servořízení, které mohou být chlorované, nechlorované, syntetické, polosyntetické, minerální, dále se pak jedná o topný olej, motorovou naftu, motorový benzín.

Dalšími provozními kapalinami vyskytujícími se v automobilu jsou brzdové kapaliny, nemrznoucí směsi, chladicí kapaliny a kapaliny do ostřikovačů. Větší část těchto provozních hmot se při provozu zcela spotřebuje – to jsou pohonné hmoty představované automobilovými benziny, motorovou naftou, zkapalněnými ropnými plyny (LPG) a směsným palivem, což je směs středních ropných produktů z destilace ropy a 30 % metylesterů řepkového oleje (MEŘO). Ostatní provozní hmoty se při provozu vozidla nespotřebovávají, nebo se spotřebovávají jen částečně. Dochází u nich však ke změnám fyzikálně-chemických vlastností tak, že ztrácejí svou původní užitnou hodnotu a musí se již během provozu vyměnit za čerstvý výrobek. Jedná se zejména o motorové a převodové oleje.

### **3.10 Textilie a ostatní materiály**

Textilie se v automobilu nacházejí v podobě čalounění a koberců, ale také v podobě izolací (netkané textilie).

V automobilu se mohou vyskytovat také materiály jako je dřevo, kůže, papír, lepenka či keramika. Závažným zdrojem PCB mohou být také nátěry u starých automobilů.

## **4. Technologie recyklace autovraku**

### **4.1 Šředrování (drcení)**

Technologie zpracování autovraků je kombinace tří upravníckých metod – drcení, třídění a rozdružování. Systémově je pak možné celou technologii rozdělit do 6 subsystémů:

- Subsystém 1 - Příjem autovraků
- Subsystém 2 - Skladování autovraků
- Subsystém 3 - Předběžná demontáž  
- Drcení autovraků
- Subsystém 4 - Magnetická separace
- Subsystém 5 - Ruční přebírání ocelové frakce subsystému 4
- Subsystém 6 - Zpracování nemagnetické frakce ze subsystému 4

#### **4.1.1 Subsystém 1 – Příjem autovraků**

Jak vyplývá ze zákona, každý, kdo se zbavuje autovraku, je povinen autovrak předat pouze osobám, které jsou provozovateli zařízení k využívání, odstraňování sběru nebo výkupu autovraků. Při předání vozidla se vozidlo stává autovrakem. Vozidlo je zváženo a přejmuto technikem, který vyplní přejímací list, provede fotodokumentaci a ověří VIN. Provozovatel zařízení vystaví potvrzení o převzetí autovraku dle přílohy č.3 příslušné vyhlášky. Pokud je předáván vybraný autovrak úplný (vozidla M1, N1), je potvrzení vystaveno bezúplatně. Je-li neúplný, může provozovatel zařízení účtovat poplatek dle jeho platného ceníku.

#### **4.1.2 Subsystém 2 - Skladování autovraků**

Podmínky pro skladování autovraků a požadavky na zařízení ke sběru autovraků upravuje příloha 2 zákona 352/2008 sb. Místo k přejímce autovraků a místo pro soustřeďování autovraků před jejich přepravou do zařízení ke zpracování musí být vybaveny, viz [4] :

- „a) plochou zajišťující, aby nedošlo k ohrožení ani ke znečištění povrchových nebo podzemních vod,
- b) zařízením ke zjištění hmotnosti autovraku,
- c) pomůckami pro úklid, látkami pro vsakování uniklých provozních náplní, zařízením pro odstranění uniklých kapalin, shromažďovacími prostředky pro vznikající odpady,
- d) zařízením umožňujícím přemísťování již nepojízdných autovraků.“

„Při nakládání s autovraky v zařízení nesmí dojít k úniku provozních náplní (jako např. olejů, paliva, náplně chladicího, brzdového systému a klimatizace). Při skladování autovraků nesmí být autovraky vršeny na sebe, pokud nejsou umístěny ve stojanech, a nesmějí být skladovány v poloze na boku nebo na střeše“. viz [4]

### **4.1.3 Subsystem 3**

#### ***4.1.3.1 Předběžná demontáž***

Jedná se o soubor činností vyžadující lidskou manuální práci, která činní tuto činnost relativně nákladnou. Demontují se náhradní díly, odčerpají se provozní kapaliny a odstraní se baterie a nádrže na zkapalněný nebo stlačený plyn. Takto zpracovaný autovrak, tedy karoserie s motorem, pneu a polstrováním, je poté drcena ve šrédro. Někteří provozovatelé těchto zařízení jsou schopni odstranit také skla, pneumatiky, plasty a jiné. To je však podmíněné ekonomickou stránkou věci. Výkupní cena odpadu by měla provozovateli pokrýt náklady spojené s přepravou a lidskou prací při demontáži, aby se jeho činnost nestala prodělečnou.

#### ***4.1.3.2 Drcení***

V současné době je při zpracování autovraků využívána technologie šrédrování, jejíž součástí jsou i navazující postupy třídění a rozdružování, které umožňují vyšší výtěžnost získaných materiálových skupin. Tyto technologie jsou navrženy na získávání tří základních produktů, a to ocelového odpadu, neželezných kovů a tzv. interního zbytku po drcení, který obsahuje směs nekovových látek, jako jsou plasty, sklo, laky apod. Průměrná procentuální materiálová výtěžnost v současnosti zpracovaných autovraků technologií šrédrování je - 71% železných kovů, 2,7% neželezných kovů, 26% směs ostatních materiálů.

Drcení se využívá především pro zdobňování tenkostěnných kovových odpadů. Nejčastěji jsou používány modifikované kladivové drtiče – “šrédry“, kterou jsou využívány



pro zdrobňování kovového odpadu asi od 70. let minulého století. Nejvíce je však aplikován právě při drcení autovraku, drcení hliníkového šrotu spojeného s ocelovými částmi a amortizačního šrotu z oblasti elektroniky a elektrotechniky.

Drtiče s horizontálním rotorem a spodním roštem typu Becker představují první vývojový typ drticích zařízení a jsou odvozeny z klasických kladivových drtičů. Šrot vstupuje do drtiče násypkou pomocí posuvného mechanismu do pracovního prostoru rotoru. Společným působením rotoru s kladivy a tzv. kovadliny dochází k drcení odpadu. Vynášení nadrceného odpadu se děje přes rošt, umístěný ve spodní části pracovní skříně. Kusy šrotu, které zůstaly v drticím prostoru, jsou vrhány proti pancéřovému vyložení, přitom jsou částečně deformovány a drceny. Aby nedošlo k poškození drtiče nedrtitelnými kusy odpadu, je drtič opatřen vyhazovacím zařízením, obvykle hydraulicky ovládanou klapkou. Některé drtiče mívají před násypkou zařízení na předúpravu (stlačení) rozměrného šrotu, nebo přímo v násypce může být vrak předlisován na rozměr vstupu drtiče. Maximální rozměr autovraku je 1500 mm na výšku, 2400 mm na šířku a déky 4-5 m. Výhodou tohoto typu je lepší schopnost sbalovat hrany u vytržených částic šrotu, čímž se dosahuje vyšší sypné hmotnosti a menších rozměrů nadrcených částic

Drtiče s horizontálním rotorem a vrchním roštem se od předcházejícího typu liší pouze v umístění vynášecího roštu. Výhodou tohoto typu je, že hladká spodní část drtiče s vrchním roštem zabraňuje vzpříčení částic šrotu mezi kladivy a roštem.

Výkon uzlu drcení se pohybuje mezi 4 – 70 t/h, a to u velkých šrédrů, které jsou nejúčinnější a zároveň nejvíce používané. Dále se můžeme setkat s mini šrédry určenými pro střední amortizační odpad, středními šrédry o výkonu motoru 250 – 750 kW, ale také velmi velkými šrédry, které jsou silné nebo super silné a jejichž výkon motoru je 2200 – 5100 kW a produkují nad 600 000 t/rok.

Šrédr je zároveň napojen na odsávací zařízení (cyklon, mokrá odlučovač), které zajistí odprášení technologického vzduchu.

#### **4.1.4 Subsystém 4 – Magnetická separace**

Nadrcený materiál je dopravován pásovými dopravníky k magnetické separaci, kde je oddělován na základní frakce magnetickou a nemagnetickou.

#### **4.1.5 Subsystem 5 - Ruční přebírání ocelové frakce ze subsystému 4**

Tato magnetická frakce obsahující pouze železné kovy se zbytky neželezných je dopravována na dopravníku k třídícímu pracovišti, kde dočišťována ručním přebíráním. Pokud jsou přítomny zbytky neželezných kovů nebo malé elektromotory, pracovník je vytřídí do předem připravených kontejnerů. Materiál postupuje k pásové váze, kde je průběžně prováděno vážení. Pracovník, ovládající stroj, je na digitálním zařízení průběžně informován o okamžitém výkonu čistého železného produktu v t/hod. Takto zkontrolovaný materiál je dopraven k třídícímu rotačnímu bubnu, kde dochází k dotřídění podle velikosti. Tato fáze může být však přeskočena, pokud odběratel nemá zájem o toto dotřídění. Tento finální produkt je otočným dopravníkem ukládán pod jeřábovou dráhou a je připraven k expedici.

#### **4.1.6 Subsystem 6 – Zpracování nemagnetické frakce ze subsystému 4**

Tato frakce je dopravována pásovým dopravníkem k rotačnímu třídícímu bubnu, jehož síto třídí tento materiál na další tři frakce, a to:

- jemná frakce (do 15 mm) obsahující sklo, dřevo, umělé hmoty a jiné - odval (většinou končí na skládkách případně se po další úpravě spaluje),
- střední frakce (15 až 50 mm) obsahuje nejvíce neželezných kovů je dopravována do zásobníků k dalšímu zpracování na jiném zařízení, kde je oddělen především Al a jeho slitiny, nemagnetické oceli a směsná frakce, kterou je možné dále zpracovat pyrometalurgicky nebo hydrometalurgicky
- frakce nad 50 mm - zde se ručně vytřídí neželezné kovy

Hlavní nedostatek těchto systémů spočívá v deponování zbytkového odpadu, který tvoří cca 23% celkové hmotnosti autovraku a ve kterém jsou poměrně vysoké obsahy toxických látek, což představuje zvýšené nebezpečí pro životní prostředí.

Z toho důvodu je v poslední době stále více věnována pozornost dotřídění a dalšího zpracování právě této jemné frakce z procesu šředrování. Zavádějí se nové třídící postupy, zahrnující celou řadu úpravnických technologií. Technické možnosti takových řešení jsou

však obvykle limitovány ekonomickými parametry. Jedná se zejména o suché postupy nebo flotační technologie.

Regenerace materiálů v moderních šrotovacích provozech je založena na separačních technologiích využívajících kromě magnetismu i rozdíly v měrné hmotnosti (hustotě) a elektrické vodivosti. Pomocí magnetů jsou odděleny feromagnetické frakce. Nekovové jemné částice a materiály s nízkou měrnou hmotností jako jsou materiály nekovové (konstrukční a izolační), pěny, papírové a textilní částice lze oddělit pomocí odsávání vzduchu. Elektrickými vířivými proudy lze oddělit nemagnetické elektricky vodivé částice ze zbytkové směsi. Zbytkem po uplatnění těchto separačních technologií je nemagnetická kovová frakce drceného šrotu, která může obsahovat 30 až 90 % (hmotnostních) kovových částic.

Tabulka1: Látkové složení zbytkového odpadu při recyklaci automobilu. Viz. [16]

<b>Materiál</b>	<b>Průměrný obsah (hm.%)</b>
Chloruprosté termoplasty (PP, PS, ABS, PE, PA)	13
PVC	6
PUR	7
Ostatní termo- a duroplasty	3
Elastomery	23
Dřevo, papír lepenka apod.	4
Textil, kůže apod.	6
Laky a barvy	3
Sklo a keramika	13
Ocel a litina	13
Cu a její slitiny	1
Al a jeho slitiny	3
Ostatní kovové příměsi (rez, Pb, Zn, Sn atd)	5

## **4.2 Demontáž (stacionární)**

Další variantou v procesu zpracování autovraků je demontáž automobilu, na kterou je v současné době kladena velká pozornost. Vzhledem k vysokým požadavkům směrnice č. 2000/53/ES na míru recyklace materiálových komponentů z autovraků a také na opětovné použití některých jejích součástí by se měla stát tato technologie preferovanou. V porovnání s metodou šredování skýtá úplná demontáž řadu výhod. A to, opětovné použití neporušených dílů karoserie, pneumatik atd. po přezkoušení, možnost repase a následného prodeje motorů, světel, pohonů aj. na náhradní díly. Další velkou výhodou je získaná čistota materiálů, která bývá často limitujícím faktorem pro odběratele, ale také pro volbu dalších recyklačních postupů. V rámci demontáže mohou střediska získávat a upravovat kovové části v takové formě, že už nevyžadují úpravu drcením a zároveň mají vyšší kvalitu, tj. nižší obsah nečistot a příměsí. V neposlední řadě je výhodou úspora elektrické energie při drcení a následném zpracování takto upraveného vraku.

### **4.2.1 Vybavení demontážního střediska**

Mezi standardní vybavení demontážních pracovišť patří zdvižná plošina využívaná při vypouštění provozních kapalin a při demontáži dalších dílů nacházejících se ve spodní části vozidla, odsávací přístroje provozních kapalin, a další nástroje běžně používané ve strojírenských provozech (kotoučové brusky, autogeny, pneumatické nože a nůžky, vysavače, gola sady, šroubováky, kleště atd.). Nezbytností je i stroj určený pro přemísťování autovraků, převážně se jedná o vysokozdvižný vozík. Specifickým zařízením, jehož potřeba bude růst s novějšími typy vyřazovaných vozidel jsou detonační mechanismy, sloužící k bezpečné deaktivaci pyropatron přítomných v mechanismech vystřelení airbagů.

### **4.2.2 Postup demontáže**

Automobily jsou na příjmu nejprve roztríděny podle základních technických údajů. Poté jsou kontrolní stanicí označeny ty části automobilu, které mohou být použity jako náhradní díly. Vlastní demontáž je zahájena vyjmutím akumulátoru a odpojením od elektrické instalace. Nyní následuje:

- odčerpání provozních kapalin z autovraků spočívá v odděleném shromažďování všech kapalin a náplní a dále znečišťujících nebo škodlivých částí, pokud části, ve kterých jsou obsaženy, nelze opětovně použít (při vypouštění provozních kapalin ze všech systémů autovraku se musí docílit stavu, kdy kapalina už neodkapává a všechny otvory ze kterých by ještě mohly unikat kapaliny se musí utěsnit zásepky)
- vypouštění chladicích prostředků klimatizace pomocí uzavřeného systému
- vyjmutí akumulátoru, katalyzátoru, pyrotechnických částí airbagů / bezpečnostních pásů a odevzdání do příslušných zařízení k jejich odstranění;
- vyjmutí případných nádrží na zkapalněný plyn dle návodu výrobce;
- demontáž pneumatik, čelního a zadního skla, skel dveří, skel karoserie, skel reflektorů a světlometů;
- demontáž krytů nárazníků, předních a zadních sloupků, izolace motoru.
- demontáž rozebíratelných a odnímatelných dílů stěrače, chladiče, topení, motoru, převodovky, nápravy, tlumičů, elektroinstalace, čalounění, sedaček, palubního přístroje, předního a zadního nárazníků resp. spoileru atd.;
- demontáž nerozebíratelných dílů nebo složených dílů, ale ze stejného materiálu jsou ukládány po vytřídění do jednotlivých kontejnerů;
- dále následuje rozebírání motorů, převodovek za účelem roztřídění materiálů - barevné kovy, hliník, železo atd..

Ocelový skelet, který z vraku zbyde, může být předběžně slisován a poté drcen, nebo rozstříhán a takto expedován přímo do hutí. Při drcení takto čisté karoserie dochází k značným úsporám elektrické energie.

Přestože technologie demontáže a demontážní postupy jsou u většiny pracovišť shodné, efektivita se může u jednotlivých zpracovatelů lišit. Důvodem může být rozdílné vybavení jednotlivých zařízení, kapacita, ale také specializace na typ nebo značku vozidel, či cílené získávání určitého materiálu. Dalším vlivy jsou dopravní náklady, vývoj trhu s druhotnými surovinami atd.

### **4.3 Demontážní linky**

Podstatou demontážních linek je dopravník, po kterém se autovraky pohybují a jsou postupně demontovány. Likvidace autovraku začíná na odděleném pracovišti, kde jsou z vozidla odstraněny všechny provozní kapaliny, akumulátor, airbagy a klimatizace, aby nedošlo k ohrožení životního prostředí. Poté je autovrak upevněn na speciální transportní linku. Demontované části autovraku jsou ukládány odděleně do kontejnerů. Z převážné části jsou na prvním pracovišti demontována okna, dveře, kapota – víko motoru, víko kufru, pryžová těsnění, nárazníky, sedačky, palubní deska, vnitřní čalounění, světla, zpětná zrcátka atd. Pro práci na druhém pracovišti je autovrak otočen o 180°. Obsluha tohoto pracoviště stojí na pohyblivé plošině po obou stranách autovraku. Zde se vymontuje motor, převodovka a nápravy. Na dalším pracovišti již v opět původní poloze jsou z autovraku demontovány tlumiče a péra, dále pak jsou z karoserie odstraněny všechny zbývající součásti včetně kabeláže, topení atd.. Následuje pak kontrola úplnosti odstojení skeletu. “Čistá” karoserie resp. kostra může být po zhutnění rovnou dodávána ke zpracování do oceláren, není nutné předzpracovávat karoserii na “šrédr”.

## **5. Ekologická likvidace autovraku v praxi**

Společnost Kovošrot Group CZ a.s. je subjekt oprávněný k převímce autovraků. V současnosti má 13 poboček, kde je možné autovrak odevzdat. Jednou z nich je i pobočka v České Lípě, kde se nachází i šredrovací linka. Tato společnost tedy využívá nejběžnější technologie, technologie šredrováním. To v praxi znamená, že na tomto místě můžeme vidět celý proces ekologické likvidace autovraku od prvního subsystému, příjmu autovraku, až do subsystému 5, tedy k ručnímu přebírání železné frakce, která je připravena k expedici. Subsystém 6 – zpracování nemagnetická frakce, v tomto případě lehké a těžké, dalšími upravníckými procesy je již zajištěno jinými subjekty.

### **5.1 Proces linky Shredder ve společnosti Kovošrot Group CZ**

#### **5.1.1 Příjem autovraků**

Automobily jsou od zákazníků odebírány zdarma v případě, že jsou kompletní. Chybí-li autobaterie, katalyzátor či jiné důležité komponenty, je zákazníkovi naúčtován poplatek za každý chybějící kus.

Vozidlo je poté zváženo a převzato technikem, který vyplní převímací list, provede fotodokumentaci a ověří VIN. Pokud je vše v pořádku, obdrží zákazník potvrzení o převzetí autovraku do zařízení ke sběru autovraků.

#### **5.1.2 Skladování autovraků**

Neupravené vraky jsou skladovány před Ekohalou (*Obrázek 1: Skladování převzatých automobilů*), jelikož normy uvnitř haly povolují pouze 7 vraků. V Ekohale je pak vůz předběžně demontován.

Speciální pocha je též vyhrazena pro skladování vraků, které byly dopraveny železnicí od jiných subjektů zabývajících se příjmem autovraků a které již byly podrobeny předběžné demontáži a někdy i procesu lisování (*Obrázek 2 : Skladování dopravených vraků*). Tyto vraky jsou opět kontrolovány, jelikož dochází k tomu, že stále obsahují např. nádrže na LPG.



Obrázek 1: Skladování přejmutých automobilů



Obrázek 2 : Skladování dopravených vraků

### 5.1.3 Předběžná demontáž

Předběžná demontáž se provádí v ekohale, kde je umístěna zdvižná plošina (Obrázek 3: *Zdvižná plošina*), zařízení na odsávání provozních kapalin a kontejnery a barely k tomu určené, včetně dalších nástrojů.

K proděravění nádrže slouží navrtávací zařízení, kterým se nádrž navrtá a odsávací zařízení kapalinu pod tlakem vysaje (Obrázek 4: *Odsávací a navrtávací zařízení*). Dále se zde odstraňují baterie, které jsou ukládány do řádně označeného boxu (Obrázek 5: *Box s bateriemi*), dále pak alternátory, olejové filtry atd.



Obrázek 3: Zdvižná plošina



Obrázek 5: Box s bateriemi



Obrázek 4: Odsávací a  
navrtávací  
zařízení zařízení



#### 5.1.4 Drcení autovraků

Všechny vraky jsou drceny ve šředrovací lince (Obrázek 6: Linka Shredder). Poté jsou pomocí jeřábu uloženy do násypky odkud se přesouvají přímo do drtiče (Obrázek 7: *Nakládání vraku na násypku*). Drtič má na vstupu pohyblivé rameno, kterým si vsázku (vrak) upraví (stlačí) dle potřeby vstupu drtiče (Obrázek 8: *Vstup do drtiče*). Pracovník velína má možnost sledovat na monitorech dění na jednotlivých úsecích šředrovací linky (Obrázek 9: *Velín – kontrolní monitory*). K drtiči je napojen hydrocyklon, který slouží k odprášení technologického vzduchu (Obrázek 10: *Hydrocyklon*)



Obrázek 6: Linka Shredder



Obrázek 7: *Nakládání vraku na násypku*



Obrázek 8: *Vstup do drtiče*



Obrázek 9: *Velín – kontrolní monitory*



Obrázek 10: Hydrocyklon

### 5.1.5 Magnetická separace

Podrcený materiál, který vychází spodním vynášecím roštem je dopravován pásovými dopravníky k magnetické separaci. Magnety jsou umístěny přímo v lince Shredder. Ty však za provozu nejsou z bezpečnostních důvodů přístupné.

### 5.1.6 Ruční přebírání

Pracovník třídí železnou frakci ručním přebíráním. Odstrňuje tak zbytky neželezných kovů a různé elektromotory (Obrázek 11: Ruční přebírání železné frakce) Odtud již vychází finální produkt, který se expeduje přímo do hutí (Obrázek 12: Železná frakce).



Obrázek 11: Ruční přebírání železné frakce



Obrázek 12: Železná frakce

### 5.1.7 Nemagnetická frakce

Zbylý nemagnetický odpad, jako jsou nemagnetické kovy, sklo, dřevo, plasty a guma je roztríděn na lehkou (Obrázek 13: Lehká frakce) a těžkou (Obrázek 14: Těžká frakce) frakci,

kde jsou částečně vyseparovány barevné kovy do boxu těžké frakce. Ta je pak prodávána k dalšímu zhodnocení specializovaným firmám v zahraničí.



Obrázek 13: Lehká frakce



Obrázek 14: Těžká frakce

## 6. Možnosti recyklace jednotlivých částí automobilu

### 6.1 Recyklace akumulátorů

Autobaterie je důležitým komponentem automobilu, ale poté co doslouží se stává nebezpečným odpadem. Proto vyřazené olověné akumulátory představují vážnou ekologickou hrozbu a je tedy nutné je maximálně recyklovat. Přestože je recyklace olova vážným ekologickým problémem, je olovo kovem, který je recyklován z běžných kovů v nejvyšší míře. Asi tak 60% vyrobeného olova, bylo vyrobeno právě z druhotných surovin.

#### 6.1.1 Charakteristika odpadu

Akumulátor je galvanický článek jehož kladná elektroda je tvořena olověnou deskou pokrytou oxidem olovičitým ( $\text{PbO}_2$ ) a záporná elektroda je porézní deska z olova. Elektrolyt pak tvoří vodou zředěná kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Články akumulátoru jsou uloženy ve společné nádobě s víkem, která je z ebonitu nebo u novějších typů z polypropylenu. V posledních letech se začínají vyrábět olověné akumulátory s aktivní hmotou, umístěnou v tenkých trubkách z porézní plastické hmoty, a tím se zabraňuje opadávání  $\text{PbSO}_4$ , který vzniká při vybíjení akumulátoru. Při nabíjení se zpětně přeměňuje přeměňuje na Pb a  $\text{PbO}_2$ . Na trhu jsou také akumulátory hermeticky uzavřené, do kterých se nedolévá voda, ta se tvoří slučováním vodíku a kyslíku, vzniklých při přebíjení.

Olověné akumulátory jsou po destrukci rozloženy na ekologicky závadné komponenty, jako je kyselina sírová, znečištěná Pb; tvrdé olovo, což je slitina Pb a Sb, eventuálně dalšími prvky jako je Sn, Te, Se, As; měkké olovo -  $\text{PbO}_2$  a  $\text{PbSO}_4$ ; PVC nebo PE separátory a ebonit nebo polypropylen

#### 6.1.2 Recyklační technologie

Recyklace olověných akumulátorů se provádí různými kombinacemi úpravnických metod a pyrometalurgických procesů. Způsoby recyklace lze rozdělit do tří skupin:

- **Metallurgické zpracování po předcházející částečné úpravě** spočívá v ručním oddělení obalových krabic a kyseliny sírové. Takto upravený odpad se dále zpracovává

v hutnickém agregátu. Z důvodu vysokého nasazení lidské práce se ve vyspělých zemích od tohoto procesu téměř upustilo.

- **Kombinace mechanické úpravy a pyrometalurgického zpracování** je nejrozšířenější proces spočívající v úplném rozdužení jednotlivých složek akumulátoru a následném zpracování olověných podílů plamenné peci. Akumulátory jsou nejprve drceny v ostatných válcových nebo kladivových drtičích. Nejčastěji se pak provádí rozdužování v těžkosuspenzním rozdužovači, kde se rozdělí podíly plastických hmot, kovové mřížky (tvrdé olovo) a aktivní hmoty (měkké olovo). Dále se může recyklovat PP. Ebonit a separátory jsou buď termicky zneškodněny nebo jsou ukládány na zabezpečené skládky. Aktivní hmota je podrobena odsíření pomocí louhu sodného nebo sody za vzniku síranu sodného a zpracovává se nejčastěji v krátké rotační bubnové peci. Kovové mřížky se pak přetavují s přídavkem sody. Nevýhodou těchto technologií je produkce velkého množství nebezpečných odpadů (sodná struska, ebonit se separátory, produkt odsíření – síran sodný), ale také velké investiční a provozní náklady.
- **Komplexní pyrometalurgické zpracování** je technologie spočívající v tavení celých akumulátorů (částečně drceném pro odstranění kyseliny) s koksem a struskotvornými přísadami na šachtové peci. Využívá se také energetického obsahu plastických hmot, takže se může snížit obsah přídavného paliva (koku) potřebného k tavení. V dohořivací komoře pece jsou dospalovány spaliny s potencionálním obsahem toxických zplodin (např. Polychlorované uhlovodíky vzniklé při tepelném zpracování PVC separátorů) a následně čištěny za sucha na rukávových filtrech. Toto zpracování je v současnosti nejperspektivnějším způsobem recyklace, jelikož umožňuje zpracování různých druhů Pb odpadů.

### 6.1.3 Zpracování olověných odpadů v ČR

V roce 1997 byla uvedena do provozu nová technologie německé firmy Varta, která nahradila starou a nedostatečnou technologii v Kovohutích Příbram. Tehdy došlo k úplnému rozpadu sítě dodavatelů, jelikož podnik nebyl schopen dosáhnout nových emisních limitů ani po zásadní úpravě. Pro znovuzahájení provozu to znamenalo, že technologie musela být zcela zmodernizována.

Nyní technologie Akumulátory jsou rozbity pádem na zem v zajištěném prostoru pro zbavení kyseliny, která následně zpracuje neutralizací. Odpad je míchán s ostatními komponenty vsázky, což jsou oxidy olova, zůstatky a kaly, výrobní odpady z výroby akumulátorů, vratnou struskou, vápencem, kovovým železem a oxidy železa a je dávkován do šachtové pece. Hoření koksu a organických látek vsázky způsobuje tavení a redukci olova, které plynule vytéká z pece. Síra obsažená ve vsázce je redukována v šachtové peci, vázána na přídavné železo a ve formě kamínku je odpichována z pece periodicky. Po ztuhnutí je kamínek tvořící samostatnou fázi od strusky mechanicky oddělen a uložen. Kamínek je využitelný pro výrobu kyseliny sírové. Silikátová struska je v zahraničí používána pro stavební účely. Plyny z pece dohořívají v dohořivací komoře a po rychlém zchlazení jsou filtrovány hygienickými plyny v pytlovém filtru. Úlety obsahující chloridy a sírany olova jsou redukčně taveny se sodou v krátkých bubnových pecích, kde je zpětně získáno obsažené olovo. Pouze zde vzniklá struska je nebezpečným odpadem, vyžadující uložení na zajištěnou skládku. Surové olovo je rafinováno pomocí kyslíku a poté odléváno a částečně zpracováváno na výrobky nebo častěji prodáváno na výrobu akumulátorů.

Jedná se tedy o kompletní systém recyklace spojený se zpracováním hutního odpadu a výrobou různých Pb výrobků.

## **6.2 Zpracování odpadních olejů**

### **6.2.1 Vznik odpadních olejů**

Odpadní oleje vznikají vyřazením motorových, převodových a dalších olejů z provozu po skončení doby jejich životnosti v důsledku jejich znečištění mechanickými látkami, vodou a provozními kapalinami či produkty degradace (způsobené oxidací či tepelným namáháním) původních (čerstvých) olejů a jejich přísad. K vyřazení dochází při výměně olejových náplní motorů a převodovek v servisech motorových vozidel, při individuální výměně a v našem případě při odstranění provozních kapalin z autovraků ve fázi demontáže.

Přítomnost nečistot, zejména chlorovaných sloučenin, těžkých kovů, polyaromátů a vlastní uhlovodíková podstata dělá z použitých olejů nebezpečný odpad. Za zvlášť nebezpečné nečistoty v olejích jsou považovány chlorované sloučeniny, a to zejména polychlorované bifenylly (PCB) a jiné chlorované látky. Je nutné též připomenout, že chlorované sloučeniny se při výrobě čerstvých olejů nepoužívají již více jak dvacet let.

Nicméně se stále objevují a to z důvodu mísení těchto látek s oleji za účelem se jich zbavit nebo z důvodu nesprávné manipulace.

### **6.2.2 Zpracování použitých olejů**

V minulosti se použité oleje zpracovávaly především regenerací na surovinu (regenerát) pro čerstvé oleje. Využívané technologie však byly zpočátku zdrojem těžko likvidovatelných odpadů, jejich dlouhodobé skladování bylo a je zdrojem vážného ohrožení životního prostředí. Nové technologie pracují na principu hydrogenace vodíkem a tak produkují přibližně pětinu obtížně likvidovatelných odpadů oproti regeneracím, které byly prováděny kyselinou sírovou a hlinkou.

V posledních letech se odpadní olej začíná zpracovávat především na topné a fluxační oleje. Důvodem je růst požadavků na kvalitu nových základových olejů, které regenerát nemůže splnit.

Celkový trend a to jak ve světě tak i v České republice již po několik let ukazuje na využití odpadních olejů především v cementárnách a vápenkách, kde odpadní oleje nahrazují mazut a ve velkých tepelných zdrojích, kde upravené odpadní oleje nahrazují topný olej nebo zemní plyn. Spalováním odpadních olejů v rotačních pecích cementáren a vápenek dochází k energetickému využití olejů při výrobě slinku a vápna. Díky vysoké teplotě po celé délce pece a délce pece jako takové je zaručená bezpečná likvidace všech přítomných škodlivin v olejích. Příprava topných olejů získaných z odpadních olejů spočívá v odvodnění a odstranění mechanických nečistot sedimentací a průchodem odstředivkou při teplotě oleje kolem 90 °C a následném nadávkování např. petroleje pro získání vhodného bodu zápalu.

Jelikož nebyl obnoven provoz recyklační jednotky odpadních olejů v Ostravě ani není ve výstavbě nová jednotka, která by nevyhovující technologii nahradila, jsou odpadní oleje používány právě jako palivo v cementárnách a vápenkách a pro větší tepelné zdroje.

### 6.3 Recyklace autokatalyzátorů

Automobilové autokatalyzátory obsahují ušlechtilé kovy, a to platinu, paládium a rhodium. Na jejich výrobu pak připadá 41,3% platiny, 89,6% rhodia a 17% paládia z celosvětové spotřeby. To znamená, že vyřazené autokatalyzátory jsou jejich hlavním druhotným zdrojem. Získávání ušlechtilých kovů z tohoto odpadu vykazuje vyšší stupeň zhodnocení, než umožňuje zpracování primárních surovinových zdrojů.

#### 6.3.1 Charakteristika odpadu

Autokatalyzátory jsou konstruovány ve třech typech podle druhu nosiče, a to:

- **Keramický – monolity**, kde nosnou část tvoří plástvovita struktura s kruhovým nebo eliptickým příčným průřezem z kordieritu železa a hořčíku, na kterou se nanáší  $\gamma$  – aluminový gelový film s obsahem ušlechtilých kovů. Velikost monolitu se pohybuje v rozmezí hodnot pro průměr 100 – 150 mm a pro délku 250 – 600 mm, s hmotností 1 – 1,5 kg.
- **Keramický – pelety**, kde nosnou část tvoří přímo  $\gamma$  – alumina, ( $\gamma$  – modifikace  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Pelety mají kulovitý nebo válcovitý tvar s průměrem 3-12 mm.
- **Kovový nosič**, kde nosnou část tvoří vlnitý plech z chromniklové oceli o tloušťce 0,06mm, který je stočen do tvaru válce o průměru cca 90 mm a délce 80mm. Na tomto nosiči je nanesen  $\gamma$  – aluminový gelový film s obsahem ušlechtilých kovů.

Vrstva  $\gamma$  – aluminu je vysoce pórovitá a odolává teplotám přes 800°C, teprve kolem 900°C dochází k transformaci „gamma“ na „alfa“ a snižování pórovitosti. Na této pórovité vrstvě je pak nanesena vlastní katalytická látka tvořena ušlechtilými kovy. Chemické složení a technologie nanášení jsou patentově chráněny. Uvedené typy autokatalyzátorů jsou uzavřeny do plášťů z ušlechtilé oceli s obsahem 10-12% chromu.

S neustále přísnějšími limity emisí se mění zastoupení ušlechtilých kovů. Uvádí se, že obsah ušlechtilých kovů v jednom autokatalyzátoru představuje 1,8 – 2 g na kilogram keramiky s poměrem platina/rhodium 5:1.

Ušlechtilé kovy působí jako katalyzátory níže uvedených základních oxidačních a redukčních chemických reakcí (1-3). Platina společně s paládiem se převážně podílí na



odstraňování oxidu uhelnatého a uhlovodíků, přísada rhodia má za cíl zlepšit aktivitu katalyzátoru pro redukční reakce snižující obsah oxidů dusíku ve výfukových plynech



Toxické sloučeniny vzniklé při spalování se těmito reakcemi katalytického čištění přeměňují na sloučeniny netoxické, přijatelné pro životní prostředí, jako je  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ .

Automobily vybavené katalyzátorem musí splňovat emisní limity po dobu dlouhého provozu udávanou minimálně 80 000 km. Podle provedených testů systém zaručuje 90% účinnost oxidace CO a  $\text{C}_x\text{H}_y$ , redukce  $\text{NO}_2$ , a také i 90% eliminaci výfukových emisí toxických organických sloučenin, což jsou aldehydy plyaromatických sloučenin a nitrovaných polyaromátů.

### 6.3.2 Metody recyklace

#### 6.3.2.1 Hydrometalurgické metody

Hydrometalurgické metody zahrnují kyselé loužení celých pelet nebo selektivní rozpouštění ušlechtilých kovů z  $\gamma$  – aluminy u monolitů, s následnou rafinací výluhu a jeho zpracováním tlakovou redukcí nebo precipitací. Moderní technologie, využívá dvojstupňového tlakového kyanidového loužení s následným vysrážením ušlechtilých kovů z kyanidových komplexů použitím tlakového tepelného rozkladu.

#### 6.3.2.2 Pyrometalurgické metody

Pyrometalurgické metody jsou zaměřené na tavení s mědí jako sběrným kovem a na technologii plazmového tavení, která využívá železa jako kolektoru. Pyrometalurgické recyklační metody jsou doplněny hydrometalurgickými postupy pro zpracování získané slitiny se sběrným kovem, proto o nich hovoříme také jako o kombinovaných procesech.

Účinnost jednotlivých recyklačních metod je zřejmá z tabulky 1.

Proces	Získáno [%]		
	Pt	Pd	Rh
Tavení - kolektor Cu	88 - 94	88 - 94	83 - 88
Plazmové tavení			
Kolektor Fe I	80 - 90	80 - 90	65 - 75
Kolektor Fe II	91 - 92	88 - 94	cca 92
Rozpouštění monolitů	85 - 92	85 - 93	78 - 85
Chlorace	85 - 90	85 - 90	85 - 90
Kyselé loužení	85 - 94	88 - 96	84 - 88

Tabulka 2: Účinnost recyklace platiny, paládia a rhodia při využití různých metod [13]

### 6.3.2.3 Recyklační postupy se zařazením kryogenního procesu

V této technologii je zařazeno kryogenní drcení nebo mletí, probíhající v oblasti nízkých a velmi nízkých teplot. Nízké teploty začínají pod teplotou bodu mrazu 273,15 K a horní hranicí je teplota o řádu  $10^{-8}$  K. Tato oblast je dále dělena na teplotní oblasti:

- nad 120 K dosažitelné běžnou chladicí technikou
- od 5 do 120 K, které jsou hlavní oblastí kryotechniky s využíváním kapalných plynů (zkapalněný přírodní plyn – LNG, kapalný dusík -LN<sub>2</sub>, kapalný kyslík - LO<sub>2</sub> nebo LOX, kapalný neon – LNe, kapalný vodík - LH<sub>2</sub> a kaplné helium – Lhe), jejichž normální bod varu nepřekračuje 120 K
- oblast velmi nízkých teplot, 5,2 K(kritická teplota helia) a níž

Vlastnosti pevných látek se za nízkých teplot mění. Mění se elektrická a tepelná vodivost, měrné teplo a tepelná roztažnost a z hlediska úpravy změna mechanických vlastností. Při snižování teploty u kovových materiálů se zvyšuje tvrdost, ale snižuje houževnatost; jsou obtížně deformovatelné a některé křehnou z důvodu omezeného pohybu dislokací. Nekomové materiály se značně smršťují, což umožňuje oddělení od kovových materiálů.

Pracovat kryogenní technikou umožňují různé tunely a rotační válce, kde se využívá lázně kapalného dusíku nebo stříkání kapalného dusíku na povrch vsázkového materiálu. Dále se vyvíjí zařízení využívajícího plynného média, vzduchu ochlazeného na -100°C. Doba podchlazení pak závisí na složení druhotné suroviny.

## **6.4 Recyklace pneumatik**

### **6.4.1 Stručná charakteristika odpadu**

Plasty i pryže jsou složité polymerní systémy, obsahující řadu surovin a přísad na bázi ropy a ropných produktů.

Výroba plastických hmot je založena na třech základních typech chemických reakcí, polymeraci, polykondenzaci a polyadici. Plastické hmoty lze rozdělit podle původu na plasty na přírodní bázi a bázi syntetické. Dle struktury pak na plasty s lineární strukturou – termoplasty (plastomery) a plasty s prostorovou strukturou – termosety (duroplasty a elastomery). Výchozí surovinou při výrobě plastických hmot jsou tzv. gumárenské směsi.

Vlastnosti plastických hmot můžeme měnit přidáním různých přísad. Např. pro zlepšení mechanických vlastností se přidávají plniva, která mohou být jak anorganická – kaolín, baryt, grafit, azbest, tak i organická, sloučeniny a látky, jako jsou buničina, papír, textil. Dalšími druhy přísad jsou změkčovadla a adhezivní činidla.

Pryžovým odpadem autovraku jsou pak převážně ojeté pláště pneumatik, ale také řemeny a hadice. A nabízí se také řada možností zpracování. Např.:

### **6.4.2 Možnosti Zpracování**

#### ***6.4.2.1 Protektorování***

Z hlediska ekologie by bylo protektorování ideálním řešením, kdyby však nedocházelo ke stárnutí pneumatik. Ve větší míře se protektují pneumatiky nákladních aut, kde dochází k rychlému opotřebení a v pneumatice neproběhly procesy stárnutí ve větší míře.

#### ***6.4.2.2 Výroba regenerátu***

V minulosti se používal mechanický způsob rozemílání na jemný prach, který se přidával do nových směsí, dnes je využit jen u tvrdé pryže. Dalšími způsoby regenerace jsou tepelné a chemické zpracování, kam se přidávají oleje jako změkčovadlo. Regenerace se provádí v autoklávu a dochází k trhání sítě, zkracování řetězců a vzniku dovojných vazeb.

#### **6.4.2.3 Použití jako palivo**

Díky vysoké výhřevnosti pneumatik (cca  $30 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ), využívají tento odpad elektrárny a teplárny jako palivo nebo cementárny jako přídatné palivo.

#### **6.4.2.4 Chemické zpracování**

Jedná se především o pyrolýzu, kterou lze získat směs uhlovodíků a využitelné saze. Některé procesy jsou doplněny o hydrogenaci, kde vzniká směs nasycených uhlovodíků a síra se převede na  $\text{H}_2\text{S}$ .

#### **6.4.2.5 Mechanické a fyzikální zpracování**

Jedná se o mechanickou úpravu, která je nutná před vlastním technologickým zpracováním. Pro zdrobňování je možné použít klasické způsoby drcení a mletí převážně v nožových drtičích. Lze tak připravit surovinu o zrnitosti do  $600 \mu\text{m}$ . Příprava jemnější suroviny vyžadují aplikaci kryogenního drcení (mletí) s použitím kladivových nebo odrazových drtičů. Jako chladicí medium se používá kapalný dusík, podchlazený vzduch (max. na teplotu  $-130^\circ\text{C}$ ) nebo jejich kombinace

Pro oddělení jednotlivých složek odpadu se využívá klasických úpravnických rozdružovacích procesů. Jedná se především o gravitační způsoby rozdružování, založené na rozdílných hustotách jednotlivých složek. Pro separaci je pak vhodné použití hydrocyklonu.

Výrobky z recyklované pryže nachází uplatnění např. ve stavebnictví, jako izolační desky, antivibrační rohože, kolektory kabelových systémů atd. Dále pak také ve strojírenství, jako základové desky, v dopravě – různé protihlukové a antivibrační systémy, ale také ve sportě a využití volného času, na dětských hřištích jako protipádové desky a mnoho jiných.

## 7. Závěr

Základní problém při odstraňování autovraků spočívá v ekonomické ztrátovosti činnosti, obzvláště pak je-li vykonávána způsoby šetrnými k životnímu prostředí. Tržby za prodejné náhradní díly a upravené recyklovatelné druhotné suroviny (zejména kovy) jsou nižší než náklady spojené s jejich získáváním. Jedním z důvodů je i stáří vyřazených automobilů, které se pohybuje okolo 25 let. Za rentabilní se dá považovat odstranění vozidel do stáří, zhruba 8 let, kde se ziskovosti dosáhne na použitelných náhradních dílech. Jedná se však o vozidla havarovaná, která nejsou typickým případem pro odstraňování autovraků.

Co se pak týče technologie zpracování autovraků, jeví se demontáž a zpracování na demontážní lince, jako nejlepší řešení pro získávání materiálů čistých frakcí a taktéž ve vztahu k životnímu prostředí. Domnívám se, že demontáž, či zpracování na demontážní lince by mělo být upřednostněno před šředrováním neupraveného autovraku. V tomto směru se nabízí další otázka. Jaké subjekty by se měli zabývat touto činností. V první řadě mne napadá výrobce. Cena za likvidaci by se započítala již do prodejní ceny nového automobilu. Po dosloužení automobilu by výrobce zajistil likvidaci. Ale je tu háček, co auta zahraničních výrobců...V tomto směru mne napadá, že by taková demontáž či demontážní linka mohla být také součástí školského systému, respektive odborného vzdělávání učnů v oboru automechanik, autoklempíř apod.

Recyklace autovraku je velmi složitá a problematická činnost i vzhledem k návaznosti dalšího zpracování zbytkového odpadu. Proto by se jí měla zabývat velká řada odborníků a také podnikatelských subjektů.

## 8. Seznam použité literatury

- [1] Dostupné na WWW: [http://www.carmotor.cz/includes/skoda-auto/recycling\\_CZE.pdf](http://www.carmotor.cz/includes/skoda-auto/recycling_CZE.pdf)
- [2] Dubanská, V.: *Připravovaná právní úprava odpadového hospodářství jako rámec nakládání s autovraky*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 24-28
- [3] Christianová, A.: *Uplatnění preventivního přístupu k problematice autovraků*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 24-28
- [4] Dostupné na WWW: [http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/695/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/695/_s.155/699/place)
- [5] Dostupné na WWW: [http://www.obce-cv.cz/zakony/vyhlaska\\_381\\_2001\\_sb.php](http://www.obce-cv.cz/zakony/vyhlaska_381_2001_sb.php)
- [6] Římanová, D.: *Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. Včetně prováděcích předpisů s komentářem*. 2. vyd. Praha 4: Nakladatelství Polygon, 2002. 444 s. ISBN 80-7273-060-6
- [7] Vrabec, J.: *Předpokládané množství autovraků a způsob jejich likvidace*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 29-37
- [8] Dostupné na WWW: <http://www.bezvraaku.cz/>
- [9] Dostupné na WWW: <http://www.enviweb.cz/clanek/doprava/80740/technologie-zpracovani-autovraaku>
- [10] Dostupné na WWW:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Olov%C4%9Bn%C3%BD\\_akumul%C3%A1tor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Olov%C4%9Bn%C3%BD_akumul%C3%A1tor)
- [11] Podrazil, M.: *Nakládání s odpadními oleji z provozu motorových vozidel*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 42-48
- [12] Pícha, J.: *Zneškodňování a recyklace provozních kapalin automobilu*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 69-74
- [13] Křištofová, D.: *Možnosti recyklace vyřazených autokatalyzátorů*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 51-55
- [14] Dostupné na WWW: <http://vos3v.wz.cz/otazky/otazka22.doc>
- [15] Vrabec, J.: *Ekologické výrobky z recyklované pryže*. Ekomonitor, Sborník Semináře, 2000, s. 62-64
- [16] Botula, J.: *Technologie recyklace odpadů*. VŠB, Sborník Semináře, 2000, s. 62-64
- [17] Sedlář, O., Navrátil, B., Kadlec, J.: *Pryže a plasty jako druhotné suroviny*. Vyd. 1. Praha 1: Nakladatelství technické literatury, 1987. 180 s. ISBN 04-633-87

## 9. Seznam použitých zkratk

VIN -výrobní číslo automobilu

PCB -polychlorované bifenyly

PP - polypropylen

PS - polystyren

PE - polyetylen

PA - polyamid

PVC - polyvinylchlorid

PbSO<sub>4</sub> - Síran olovnatý

PbO<sub>2</sub> -Oxid olovičitý

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> -kyselina sírová

## 10. Seznam použitých obrázků

**Obrázek 1: Skladování přejmutých automobilů**

**Obrázek 2 : Skladování dopravených vraků**

**Obrázek 3: Zdvíhací plošina**

**Obrázek 4: Odsávací a navrtávací zařízení zařízení**

**Obrázek 5: Box s bateriemi**

**Obrázek 6: Linka Shredder**

**Obrázek7: Nakládání vraku na násypku**

**Obrázek 8: Vstup do drtiče**

**Obrázek 9: Velín – kontrolní monitory**

**Obrázek 10: Hydrocyklon**

**Obrázek 11: Ruční přebírání železné frakce**

**Obrázek 12: Železná frakce**

**Obrázek 13: Lehká frakce**

**Obrázek 14: Těžká frakce**